

# 1 实验报告：探究小车速度随时间变化的规律

## 1.1 实验目的

1. 学习使用打点计时器测量物体的运动
2. 掌握通过纸带数据分析物体运动规律的方法
3. 验证匀加速直线运动中速度与时间的关系
4. 学习使用逐差法计算加速度

## 1.2 实验原理

### 1.2.1 打点计时器工作原理

电火花打点计时器使用交流电源，频率为 50Hz，每隔 0.02s 打一个点。

### 1.2.2 瞬时速度计算

在匀变速直线运动中，某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度：

$$v = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$$

其中  $T = 0.1 \text{ s}$ （每隔 5 个点取一个计数点）。

### 1.2.3 加速度计算——逐差法

为充分利用实验数据，减小误差，采用逐差法计算加速度：

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$$

其中  $T = 0.1 \text{ s}$ ， $x_1, x_2, \dots, x_6$  为相邻计数点间的位移。

### 1.2.4 实验装置示意图

## 1.3 实验器材

1. 电磁打点计时器（或电火花计时器），2. 轨道及小车，3. 纸带，4. 刻度尺（最小分度 1mm），5. 砝码及细绳，6. 交流电源（220V，50Hz）。

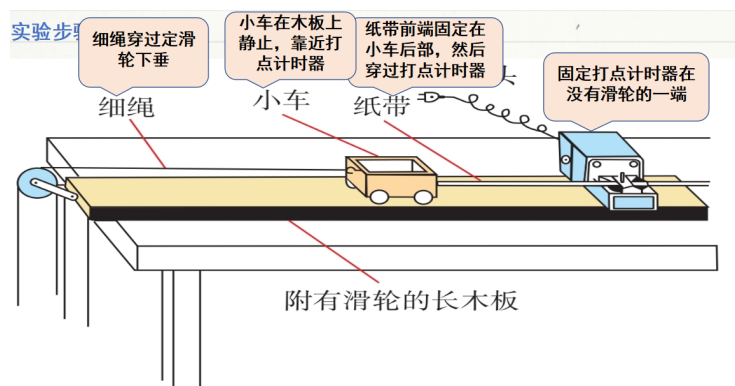


图 1: 纸带实验示意图

### 1.4 实验步骤

1. 安装实验装置, 将打点计时器固定在轨道一端
2. 将纸带穿过打点计时器, 并固定在小车上
3. 接通电源, 待打点计时器工作正常后释放小车
4. 小车运动一段时间后关闭电源, 取下纸带
5. 在纸带上选择清晰的点作为计数起点, 标记为 0 点
6. 每隔 5 个点取一个计数点, 依次标记为 1, 2, 3, ..., 6
7. 用刻度尺测量各计数点间的距离, 估读到 0.1mm
8. 重复实验 2-3 次, 选择点迹清晰的一条纸带进行数据分析

### 1.5 注意事项

1. 打点计时器应使用 220V 交流电源, 注意安全
2. 释放小车前应先接通电源, 待打点稳定后再释放
3. 小车加速度不宜过大, 以免点迹过稀
4. 使用刻度尺测量时, 视线要垂直于尺面
5. 读数时要估读到最小分度的下一位 (刻度尺最小分度 1mm, 估读到 0.1mm)
6. 纸带应平直放置, 避免褶皱影响测量

## 1.6 实验数据记录与处理

### 1.6.1 数据记录表格

表 1: 纸带测量数据记录表

| 计数点 | 时间 $t$ (s) | 位置坐标 (cm) | 相邻点间距 $x_n$ (cm) |
|-----|------------|-----------|------------------|
| 0   | 0.00       | _____     | —                |
| 1   | 0.10       | _____     | $x_1 =$ _____    |
| 2   | 0.20       | _____     | $x_2 =$ _____    |
| 3   | 0.30       | _____     | $x_3 =$ _____    |
| 4   | 0.40       | _____     | $x_4 =$ _____    |
| 5   | 0.50       | _____     | $x_5 =$ _____    |
| 6   | 0.60       | _____     | $x_6 =$ _____    |

### 1.6.2 瞬时速度计算

表 2: 瞬时速度计算表

| 计数点 | 时间 $t$ (s) | 瞬时速度 $v$ (m/s) | 计算公式                           |
|-----|------------|----------------|--------------------------------|
| 1   | 0.1        | _____          | $v_1 = \frac{x_1 + x_2}{2T} =$ |
| 2   | 0.2        | _____          | $v_2 = \frac{x_2 + x_3}{2T} =$ |
| 3   | 0.3        | _____          | $v_3 = \frac{x_3 + x_4}{2T} =$ |
| 4   | 0.4        | _____          | $v_4 = \frac{x_4 + x_5}{2T} =$ |
| 5   | 0.5        | _____          | $v_5 = \frac{x_5 + x_6}{2T} =$ |

### 1.6.3 加速度计算——逐差法

将 6 段位移分成前后两组：

前组： $x_1 =$  \_\_\_\_\_ m,  $x_2 =$  \_\_\_\_\_ m,  $x_3 =$  \_\_\_\_\_ m

后组： $x_4 =$  \_\_\_\_\_ m,  $x_5 =$  \_\_\_\_\_ m,  $x_6 =$  \_\_\_\_\_ m

计算加速度：

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2} = \frac{\underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}}}{9 \times (0.1)^2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$$

#### 1.6.4 速度-时间关系图

**速度-时间关系图：**

(请在此处绘制 v-t 图，横轴为时间 t(s)，纵轴为速度 v(m/s)，描点并画出最佳拟合直线)

根据  $v - t$  图求加速度：图线斜率  $k = \underline{\hspace{2cm}}$ ，加速度  $a = k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$